

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-143062

(43) 公開日 平成7年(1995)6月2日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 10/02

H 0 4 J 14/00

14/02

9372-5K

H 0 4 B 9/ 00

T

9372-5K

E

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平5-289492

(22) 出願日

平成5年(1993)11月18日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 長津 尚英

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 濱住 頌之

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 佐田 健一

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井出 直孝 (外1名)

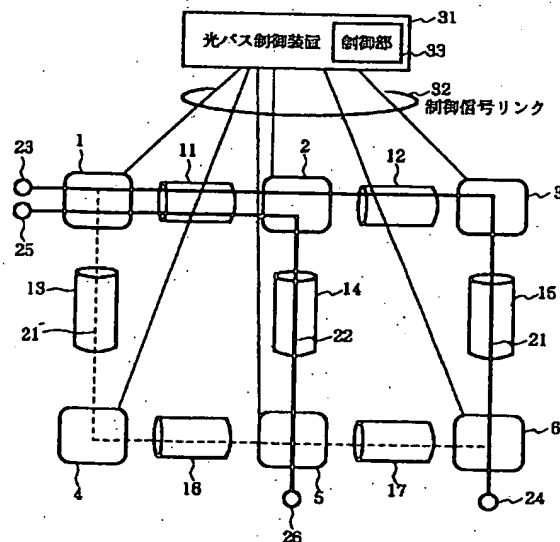
(54) 【発明の名称】 光バス収容方法および光通信網

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 光通信網において波長多重を行うための波長数を低減させる。

【構成】 複数の光クロスコネクト装置1～6間を接続する光伝送路11～17において、特定の光伝送路に含まれる光バス数が偏重することなく、すべての光伝送路が均等に光バス21、22を含むように光バスの経路を設定する。さらに、一つの光バスには同一波長を割当てるが、この際に光通信網が備える波長数が増加するような光バス経路の設定があれば再設定してこれを避ける。

【効果】 光バスの増設可能範囲が拡大される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長多重を用いる光クロスコネクタ装置をそれぞれ有する複数のノードと、これらノードを接続する複数の光伝送路とを備えた光通信網のノード間を接続する経路を設定する光パス収容方法において、設定すべきすべての経路に対してノード間を最短経路で結ぶように経路を設定する第一のステップと、

この第一のステップで設定された経路に対して各光伝送路に収容される光パス数が均等になるようにその経路を再設定する手順を1回以上繰り返す第二のステップとを備えたことを特徴とする光パス収容方法。

【請求項2】 前記第二のステップに代えて、この第一のステップで設定された経路に対して各光伝送路に収容される光パス数が均等になるように、かつその経路の起点から終点までを一つの波長による経路で設定されるように波長割当てを行う第三のステップを備えた請求項1記載の光パス収容方法。

【請求項3】 波長多重された光信号の入出力方路をその波長毎にそれぞれ設定する光クロスコネクタ装置をそれぞれ有する複数のノードと、この複数のノード間を接続する光伝送路と、この光伝送路の組合わせおよびこの光伝送路内を伝送する光信号の波長を制御し光パスを構成する光パス制御装置とを備えた光通信網において、前記光パス制御装置は、接続すべきノード間について前記光伝送路を組合わせて最短の光パスを設定する手段と、

前記光伝送路にそれぞれ含まれる光パス数を監視しこの含まれる光パス数が均等になるように再設定する手段とを備えたことを特徴とする光通信網。

【請求項4】 前記再設定する手段は、一つの光パスが通過する光伝送路についてそれぞれ同一の波長を割当てする手段を含む請求項1ないし3のいずれかに記載の光パス収容方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、多数のノード間が波長多重された光伝送路により接続された光通信網に利用する。本発明は、二つのノード間に設定される光パスをできるだけ合理的に設定する方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来例を図5および図6を参照して説明する。図5は従来例の光パス網の全体構成図である。図6は従来例の光パス設定手順を示すフローチャートである。図6に示す手順は文献「IEEE Transaction Communication 1992年, Light Path Communications: An Approach to Bandwidth Optical WAN's」に記載。

【0003】 光パスに対し波長割当てを行うため、最初に設定を行う光パスの経路のデータを波長割当て制御装置53に入力する。光パスの経路データに基づいて、図6に示す波長割当て手順にしたがい光パスに波長を割当て

る。以下に、光パス21を設定するために行われる波長割当ての手順を説明する。

【0004】 波長割当て制御装置53では、各光伝送路11~17に存在する光パスの波長データを保持している。光パス21は、光伝送路11、12、15を通過しており、波長割当て制御装置53ではこの光伝送路に共通に割当て可能となる波長を探索することになる。

【0005】 図6に示すように、割当てられる波長を順番に並べておいて、その先頭から番号を付与する。続いて、最初に光パスに割当てる波長の番号を最小値“1”と置く。これを割当てる波長の初期化という（S61）。続いて、光パス21が通過する光伝送路11、12、15すべてについて、波長“1”が使用されているか否かを探索する（S62）。波長“1”が光伝送路11、12、15内で他の光パスにより使用されていないならば（S63）波長“1”は割当て可能である。割当て可能と判定できれば、波長割当て制御を終了する。もし波長“1”が割当て不可と判定されれば（S63）、波長番号を一つ増加させ（S64）、S62およびS63の手順を繰り返す。すべての波長について割当て可能であるか否かの判定を行い（S65）、それでも割当て不可能であれば波長割当て制御を終了する。

【0006】 波長割当てを行った結果、割当てが可能と判定されたならば、波長割当て制御装置53から光クロスコネクタ装置1、2、3、6に対し制御信号を送り、光パス21の経路を開通させ、光パス21の設定を終了する。波長割当てが不可と判定されたときは、その光パスが設定不可能であるため、波長割当て制御装置53はそこで割当て手順を終了する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来の方法では光パスの経路を外部操作により入力する必要があるため、指定した経路では割当てる波長が存在せず、そのため光パスの設定が不可能となることがある。これを避けるため、光伝送路に波長を多数用意し割当てが不可能となる事態を減らす必要がある。このため網内の波長数は膨大な数を必要とする。

【0008】 本発明は、このような背景に行われたものであり、網に準備する波長数を低減することができる光パス収容方法および光通信網を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の第一の観点は、波長多重を用いる光クロスコネクタ装置をそれぞれ有する複数のノードと、これらノードを接続する複数の光伝送路とを備えた光通信網のノード間を接続する経路を設定する光パス収容方法である。

【0010】 ここで、本発明の特徴とするところは、設定すべきすべての経路に対してノード間を最短経路で結ぶように経路を設定する第一のステップと、この第一の

3

ステップで設定された経路に対して各光伝送路に収容される光バス数が均等になるようにその経路を再設定する手順を1回以上繰り返す第二のステップとを備えるところにある。

【0011】前記第二のステップに代えて、この第一のステップで設定された経路に対して各光伝送路に収容される光バス数が均等になるように、かつその経路の起点から終点までを一つの波長による経路で設定されるように波長割当てを行う第三のステップを備える構成とすることもできる。

【0012】本発明の第二の観点は、波長多重された光信号の入出力方をその波長毎にそれぞれ設定する光クロスコネクタ装置をそれぞれ有する複数のノードと、この複数のノード間を接続する光伝送路と、この光伝送路の組合わせおよびこの光伝送路内を伝送する光信号の波長を制御し光バスを構成する光バス制御装置とを備えた光通信網である。

【0013】ここで、本発明の特徴とするところは、前記光バス制御装置は、接続すべきノード間について前記光伝送路を組合わせて最短の光バスを設定する手段と、前記光伝送路にそれぞれ含まれる光バス数を監視しこの含まれる光バス数が均等になるように再設定する手段とを備えるところにある。前記再設定する手段は、一つの光バスが通過する光伝送路についてそれぞれ同一の波長を割当てる手段を含むことが望ましい。

【0014】

【作用】光バス制御装置は、光伝送路の組合わせおよびこの光伝送路内を伝送する光信号の波長を制御し光バスを構成する。この光バス制御装置は、接続すべきノード間について光伝送路を組合わせて最短の光バスを設定する。さらに、網を構成する光伝送路にそれぞれ含まれる光バス数を監視しこの含まれる光バス数が特定の光伝送路に偏重するとき、光バス数がそれぞれの光伝送路に均等になるようにこの最短の光バスを再設定する。

【0015】再設定する手順は、光バス包含数が最大の光伝送路を検索し、すでに設定された最短の光バスがこの光伝送路に含まれるか否かを判定する。最短の光バスがこの光伝送路を通過するときこの最短の光バスの設定を一時解除し、この最短の光バス以外の新たな最短の光バスを設定する。この新たな最短の光バスは前回の最短の光バスが通過した光バス包含数が最大の光伝送路は通過しないが、この新たな最短の光バスが光バス包含数が最大の他の光伝送路に含まれるか否かを判定する。ここで、この新たな最短の光バスが光バス包含数が最大の他の光伝送路に含まれるとき最初に設定した光バスを最終的に設定された光バスとし、含まれないときこの新たな最短の光バスを最終的に設定された光バスとする。このようにして設定された最短の光バスが通過するそれぞれの光伝送路に同一の波長を割当てる。この最短の光バスの再設定手順および同一の波長の割当て手順は複数回繰

4

り返し行われる。その中で各光伝送路に含まれる光バス数および波長数の均等化がはかれる光バスの経路設定および波長割当てが最終的に設定される。

【0016】すなわち、複数の光バスを設定するとき、初めに各光伝送路内に収容される光バスの識別に必要な波長数を低減する経路探索を行ってから波長割当てを行う。また、一回目の波長割当てを終了した時点の光バスの経路および波長のデータを初期解とし、その後光バスの経路および波長の再設定を行って初期解を更新する。経路および波長の再設定を行うときは、各光バスに割当てられていた波長を割当て可能としてから、光バスの経路を探索し波長割当てを行い初期解との比較を行う。この手順は常に経路の探索と波長の割当てを独立に行っているため制御が容易であり、この手順を繰り返すことにより、経路の変更を行わずに光バスに波長を割当てる従来の光バス設定法に比べ、光バス網内で必要となる波長数を容易に低減することができる。

【0017】実際の光通信網においては、光バス制御装置が複数台設置されており、それらが互いに光バスの再設定および波長の割当て手順を繰り返す行い、互いに最良の設定が最終的に設定される。

【0018】

【実施例】本発明第一実施例の構成を図1を参照して説明する。図1は本発明第一実施例の光通信網の全体構成図である。

【0019】本発明は、波長多重された光信号の入出力方をその波長毎にそれぞれ設定する光クロスコネクタ装置1～6をそれぞれ有する四つのノード23～26と、この四つのノード23～26間を接続する光伝送路11～17と、この光伝送路11～17の組合わせおよびこの光伝送路11～17内を伝送する光信号の波長を制御し光バスを構成する光バス制御装置31とを備えた光通信網である。

【0020】ここで、本発明の特徴とするところは、光バス制御装置31は、接続すべきノード23～26間について光伝送路11～17を組合わせて最短の光バス21、22を設定する手段と、光伝送路11～17にそれぞれ含まれる光バス数を監視しこの含まれる光バス数が均等になるように再設定する手段とを制御部33に備えるところにある。

【0021】次に、本発明第一実施例の動作を図2を参照して説明する。図2は本発明第一実施例における制御部33の最短の光バスの設定手順を示すフローチャートである。光バス制御装置31に対し、光バス21、22の設定要求が出されると、光バス21、22を設定するために必要となるデータとして、光バス21、22の終端点であるノード23、24および25、26を有する光クロスコネクタ装置1、5、6の位置がそれぞれ光バス制御装置31の制御部33に入力される(S1)。光伝送路11～17内にすでに収容されている光バス数を

調べ、この値を光伝送路光バス数データとして保持する (S2)。光バス21の終端点23、24を有する光クロスコネクタ装置1、6を接続する経路のうち、通過する光伝送路数が最小となる経路の探索を行い、その最小値を求める。この際、すでに収容されているバス数が割当許容数に達している光伝送路があれば対象外とする。以下においては、光バス21、22の終端点のノード2

3、24、25、26を有する光クロスコネクタ装置1、5、6間を接続する経路のうち、通過する光伝送路数が最小となる経路の光伝送路数を最小ホップ数と呼ぶことにする。光バス22についても同様に、ノード25、26を有する光クロスコネクタ装置1、5の間における最小ホップ数を求める。計算の結果、各光バス21、22の最小ホップ数はそれぞれ“3”と“2”となる。この最小ホップ数と光バス21、22の数との積を求める。以下この値をfという。fは各光クロスコネクタ装置1～6の間で決定される値である。本発明実施例では光クロスコネクタ装置1および6、1および5の間にはそれぞれ一本の光バス21および22が設定されるので、fは光クロスコネクタ装置1および6の間では“3”であり、光クロスコネクタ装置1および5の間では“2”となる (S3)。

【0022】続いて、光バス21、22を設定する順番を決める (S4)。ここでは、fが大きいものから順に並べることにする。すなわち、光バス21が最初で、光バス22が二番目である。fの値が等しいものがあるときは、光クロスコネクタ装置1～6間の最小ホップ数の大きい方を優先としたり、最小ホップ数も等しいときは、光クロスコネクタ装置1～6の識別番号を考慮して優先順位を決定すればよい。

【0023】この優先順位にしたがい、あらかじめ計算した各光伝送路11～17のデータに基づき、光クロスコネクタ装置1および6を接続する経路の内、通過する光伝送路11～17の和が最小となる経路を探索する (S5)。これが最短経路である。光バス21の場合には、光クロスコネクタ装置1および6を接続する経路として、光伝送路11、12、15を通過する経路が最小である。このとき、最短経路が複数存在するときは、その中から任意の一つを選択すればよい。このようにして、光バス21の最短経路が設定される。設定後に、各光伝送路11、12、15に含まれる光バス数のデータをそれぞれ“1”増加させデータを更新する (S6)。また、設定後に、各光クロスコネクタ装置1、2、3、6間のfの値を設定された光バス21の分減算し更新する (S7)。すなわち、ここでは最初fは“3”であったから、ここから“3”を減算して“0”となる。全ての光バス21、22を設定終了したか否かを判定すると (S8)、まだ光バス22の設定が行われていないので、以上説明したものと同様の手順で光バス21を設定する。

【0024】全ての光バス21、22が設定された光バス網において、光伝送路11～17に含まれる光バス数を検索し、さらにその中から最大のものを検索する (S9)。例えば、ここで光伝送路11、12、13がそれぞれ最大値をとるものとする。新規に設定された光バス21、22の内、通過経路の中に光伝送路11、12、13を最も多く含むものを検索する (S10)。本発明実施例では、光バス21は光伝送路11および12を含み、光バス22は光伝送路11を含む。この結果、光バス21が選択される。

【0025】このようにして選択された光バス21の再設定を行うことが決定する。ここで、光バス21が通過する光伝送路11および12から、とりあえず光バス21の設定を解除する。このとき、光伝送路11および12に含まれる光バス数をそれぞれ一つずつ減じてデータを更新する (S11)。このようにすると、前述した光バス包含数が最大であった光伝送路11、12、13の内、光伝送路13のみが光バス包含数最大になる。

【0026】設定を解除された光バス21の経路を除いて、新たな最短経路をノード23および24間に設定する (S12)。この設定手順はS4～S7と同様である。ここでは、説明のために光伝送路13、16、17、光クロスコネクタ装置1、4、5、6を通過する光バス21'が新たに設定されたとする。この新たに設定された光バス21'が最大光バス数の光伝送路13を通過するか否かを判定する (S13)。このとき、光バス21'が光伝送路13を通過しなければ、この新たな光バス21'を採用し、S6およびS7で説明したように光バス数データおよびfの値を更新する (S14)。しかし、ここでは光バス21'は光伝送路13を通過しているので、光バス21'は採用されず、元の光バス21が正式に採用される。データもこれにしたがって再更新される (S15)。S10で検索された光バスが他にあり、存在しないので終了条件を満たしたか否かを判定する (S17)。終了条件は、S9からS16までを複数N回繰り返すことである。ここでは、N=1としたので設定は完了する。

【0027】このようにして、各光伝送路11～17において包含する光バス数の均等化をはかるため、特定の光伝送路だけに光バスが集中することを避けることができる。したがって、各光クロスコネクタ装置1～6に準備する波長数も均等化できるため、結果として波長数の低減が実現できる。ここで、各光伝送路11～17毎に任意の波長をそれぞれ割当て、光バス21、22を構成しても波長数低減の効果は得られるが、同一バスにおいて同一波長を割当てる方法を本発明第二実施例として図3および図4を参照しさらに説明する。図3および図4は本発明第二実施例における制御部33の波長割当て手順を示すフローチャートである。

7

【0028】図3に示すように、図2において既に説明した光バス21、22の設定手順S1～S8を実行する(S31)。さらに、設定手順S9～S16を実行する(S32)。続いて波長割当手順を実行する(S33)。図4に示すように、光バス制御装置31の制御部33は、光バス網内の光伝送路11～17内で使用されている波長を検索する。各光伝送路11～17毎に、ある光バスに対し波長番号(“波長#wave”と表示する)が割当てられているとき、波長#waveを引数とするデータの値を“1”とし、割当てられていない波長#waveについてはデータの値を“0”とし初期化を行う(S41)。まず、光バス21、が経由する光伝送路11、12、15に沿ってそれぞれの波長#waveのデータが“0”になっているか否か探索する(S42)。探索を行うために、光伝送路11、12、15のデータの総和が“0”になっているか否かを判定する(S43)。総和が“0”になっているならば、光バス21が通過する光伝送路11、12、15にわたり波長#waveを割当てることができるため、光バス21に波長番号#waveの波長を割当てて(S44)。データの総和が“0”になっていないときは(S43)、すなわち、光バス21が通過する光伝送路11、12、15のうちの少なくとも一つの伝送路内で既に波長#waveが他の光バスに対して割当てられているときは、光バス21に対して#waveを割当てない。

【0029】新たに設定する光バスの内波長#waveの割当てを試行していない光バスの存在の有無を判定する(S45)。波長#waveの割当てを試行していない光バスがあるときには、手順S42に戻って波長#waveの割当てを他の光バスに対して続ける。本発明第二実施例では、つぎに波長割当てを行う光バス22への波長“1”の割当てを試行していないためS42に戻って波長“1”の割当てを試行する。この結果、光バス22に対して波長“1”が割当てられたとする。

【0030】波長#waveを全ての光バス21、22に対して割当可能であるかの判定を行った後に、全ての光バス21、22に波長割当てが終了しているか否かを判定する(S46)。その結果、全ての光バス21、22に対する波長割当てが終了していれば、波長割当てを終了し手順S34に移行する。終了していなければS47に戻る。ここでは、光バス21に対する波長割当てが終わっていないためS47に戻る。

【0031】波長割当てが終了していない光バス21に対し、別波長を割当てするため、波長番号#waveを“1”増加させる(S47)。ここでは#wave=“2”となる。光バス21に対して波長“2”の割当てを試行する。例えばこの結果、波長“2”が光バス21に対して割当てられたとすると、全ての光バス21、22に対する波長割当てを完了して手順S34に移行する。

8

【0032】手順S34では手順S32、S33を初めて実行したか否かを判定する(S34)。初めて実行したときは、得られた光バス21、22の経路および波長を初期解として保持する(S35)。ここでは、初めて実行しているので、光バス21、22の経路と波長を初期解と置く。手順S32、S33を二回以上実行したときには、光バス21、22を設定したことにより、必要となる波長数が初期解に比べて増加していないか否かを判定する(S36)。波長数が同じであるか増加しているときは、得られた光バス21、22の経路および波長を解として採用しない。波長数が初期解に比べて減少したときには、手順S35に進んでそれらの初期解を更新する。

【0033】各光バス21、22の経路設定と波長割当てを行う以上の手順S32～S36をN回繰り返したか否かを判定する(S37)。このNの値は、任意であるが光クロスコネクタ装置数が20台程度の規模の光バス網ではN=10程度でよい。N回繰り返していなければ、光バス21、22に割当てられていた波長を割当て可能とする(S38)。その後手順S32～S36を行い、光バス21、22の経路と波長の再設定を行う。

【0034】N回繰り返していれば、光バス21、22の設定を終了し、更新された初期解が光バス21、22の経路および割当てられた波長となる。

【0035】以上の手順により光バス設定を終了する。その結果、本発明第二実施例では光バス31は光伝送路11、12、15を含む経路が設定され、波長“2”が割当てられる。光バス22は光伝送路11、14を含む経路が設定され、波長“1”が割当てられる。

【0036】以上の手順により決定された各光バス21、22の経路と波長にしたがい、光バス制御装置31から各光クロスコネクタ装置1～6に制御情報が送信され、光バス21、22が開通する。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、網に準備する波長数を低減することができる。これにより、光バスの増設許容量が拡大される。波長を一つの光バスについて同一設定する場合には波長変換損失が小さくなる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第一実施例の光通信網の全体構成図。

【図2】本発明第一実施例における制御部の最短の光バスの設定手順を示すフローチャート。

【図3】本発明第二実施例における制御部の波長割当て手順を示すフローチャート。

【図4】本発明第二実施例における制御部の波長割当て手順を示すフローチャート。

【図5】従来例の光バス網の全体構成図。

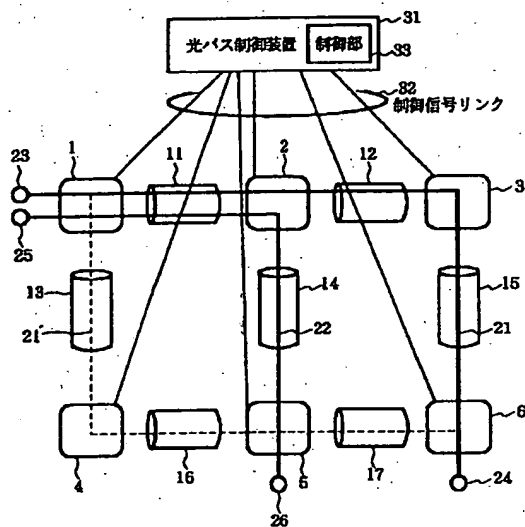
【図6】従来の光バス設定手順を示すフローチャート。

【符号の説明】

9

- 1~6 光クロスコネクタ装置
 11~17 光伝送路
 21、22 光バス
 23~26 ノード

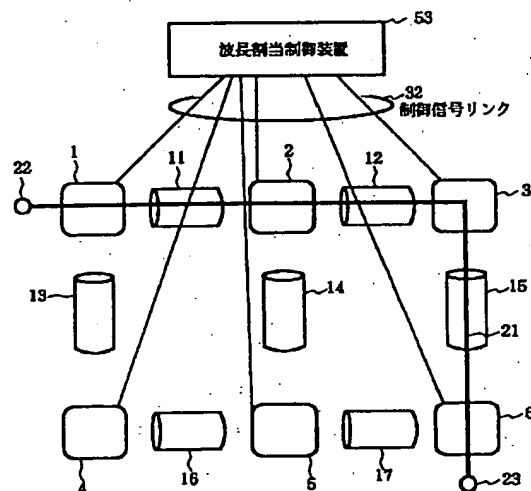
【図1】



10

- * 31 光バス制御装置
 32 制御信号リンク
 33 制御部
 * 53 波長割当制御装置

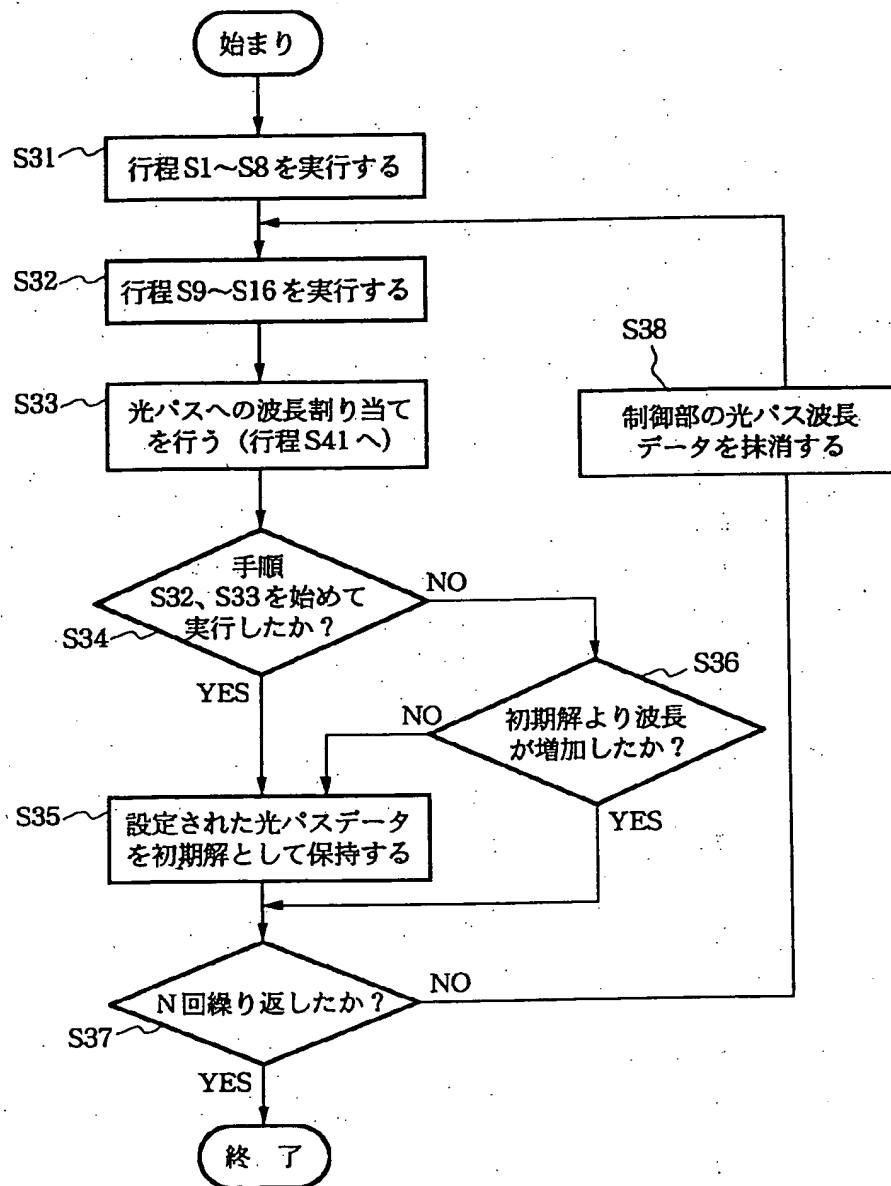
【図5】



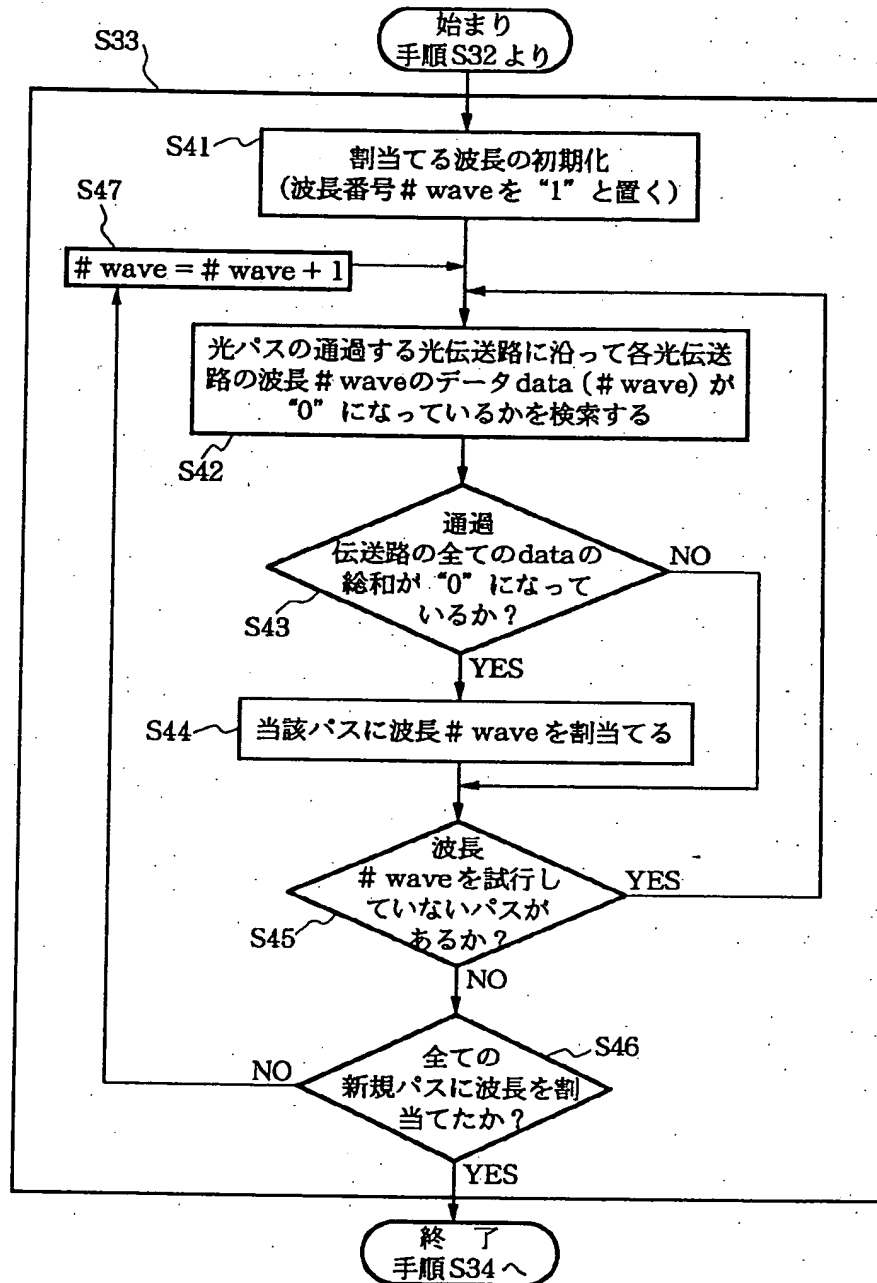
```

graph TD
    Start([始まり]) --> S1[S1 光バスを設定する端点の位置情報を入力する]
    S1 --> S2[S2 網内の各光伝送路内の収容光バス数を求め、この値を光伝送路光バス数データとして保持する]
    S2 --> S3[S3 全ての終端点間について以下の値を計算する。  
f = (最小ホップ数) × (端点間の未設定バス数)]
    S3 --> S4[S4 fを基に光バスの優先順位を決定する]
    S4 --> S5[S5 当該対地の最短経路を探索し、経路を設定する]
    S5 --> S6[S6 設定された経路に沿って光伝送路光バス数データを更新する]
    S6 --> S7[S7 当該端点間のfを更新する]
    S7 --> S8{S8 全ての光バスの設定を終了したか?}
    S8 -- YES --> End([終了])
    S8 -- NO --> S1
  
```

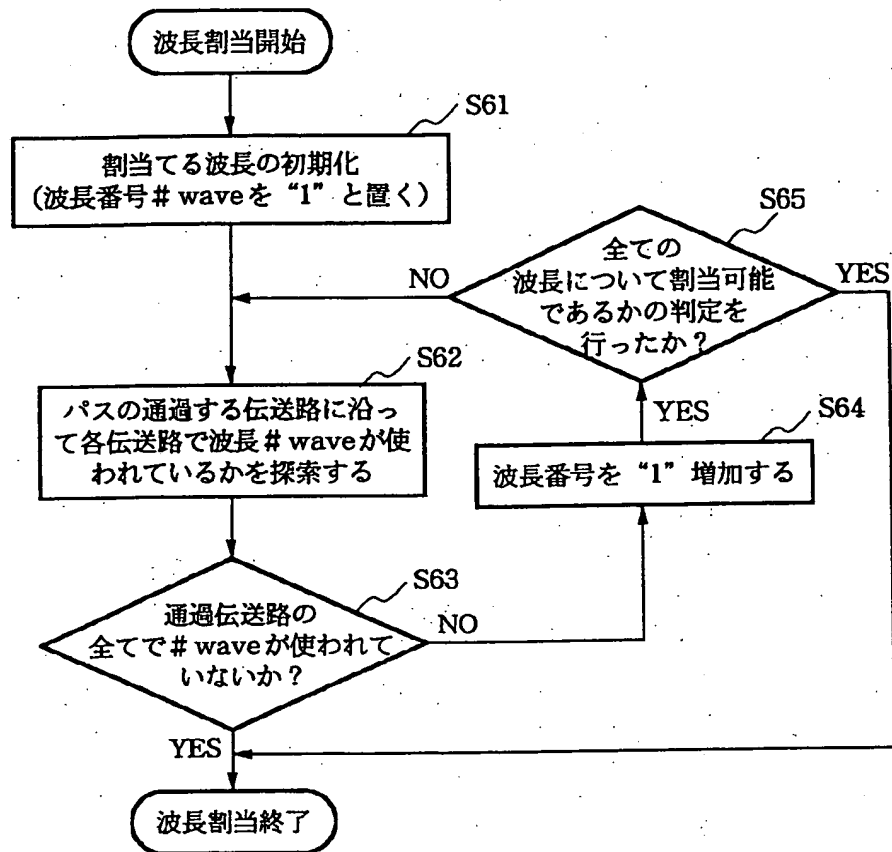

【図3】



【図4】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. 6

H 0 4 L 12/00

H 0 4 Q 3/52

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 9076-5K

8732-5K

H 0 4 L 11/00